

# **EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

## **EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS GENERATED BY THE CONSTRUCTION OF ROAD INFRASTRUCTURE**

Daniela Fernanda Vargas Guerrero  
Ingeniera Civil  
Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá, Colombia.  
[Est.danielaf.vargas@unimilitar.edu.co](mailto:Est.danielaf.vargas@unimilitar.edu.co)

### **Artículo de Investigación**

#### **DIRECTOR**

**Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar**

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)  
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec  
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de Madrid (España)  
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)  
Microbióloga Industrial – Pontifica Universidad Javeriana  
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada  
[ximena.pedraza@unimilitar.edu.co](mailto:ximena.pedraza@unimilitar.edu.co); [gerencia.calidad@unimilitar.edu.co](mailto:gerencia.calidad@unimilitar.edu.co)



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
JUNIO DE 2021**

# **EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

## **EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS GENERATED BY THE CONSTRUCTION OF ROAD INFRASTRUCTURE**

Daniela Fernanda Vargas Guerrero  
Ingeniera Civil  
Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá, Colombia.  
[Est.danielaf.vargas@unimilitar.edu.co](mailto:Est.danielaf.vargas@unimilitar.edu.co)

### **RESUMEN**

Las construcciones viales son un elemento importante para el desarrollo de una sociedad, permiten la conectividad de un punto a otro y así mismo el transporte de diferentes mercancías y de personas, su realización es trascendental en pro de la economía de un país, sin embargo, se ha evidenciado diversas problemáticas de índole ambiental que impactan de forma negativa el entorno donde se construyen las vías, la constante evidencia de afectaciones en los ecosistemas, los casos de atropellamiento de fauna, y el drástico cambio y adaptación a la que se enfrentan en el desarrollo vial logra causar la necesidad de generar la adecuada conservación de cada recurso natural y cuidado de las especies para compensar a un futuro los daños generados, a partir de la identificación de impactos mediante el diagrama de Ishikawa y la incorporación de la metodología EPM para la evaluación de impactos se analiza los impactos ambientales con alta importancia ambiental que se generan a partir de las construcciones viales forjando una base con la cual se pueda efectuar estrategias a futuro frente a los impactos generados en dichas construcciones.

**Palabras clave:** Impactos, Evaluación, Construcción vial, Desarrollo

### **ABSTRACT**

Road constructions are an important element for the development of a society, they allow connectivity from one point to another and also the transport of different goods and people, their realization is transcendental for the benefit of the economy of a country, however, Various environmental problems have been evidenced that negatively impact the environment where the roads are built, the constant evidence of damage to ecosystems, cases of wildlife being run over, and the drastic change and adaptation to which they face in the Road development manages to cause the need to generate the adequate conservation of each natural resource and care for the species to compensate in the future for the damages generated, based on the identification of impacts through the Ishikawa diagram and the incorporation of the EPM methodology to The impact assessment analyzes the environmental impacts with high environmental importance that are generated from the const road construction, forging a base with which to carry out future strategies in the face of the impacts generated in said constructions.

**Keywords:** Impacts, Evaluation, Road Construction, Development.

## INTRODUCCIÓN

El mundo ha estado expuesto a los cambios procedentes de construcciones asociadas al desarrollo, no obstante a lo largo del tiempo dicho desarrollo ha agotado una considerable cantidad de recursos, generando consecuencias ambientales enmarcadas por actividades antropogénicas, según (Galán & Garrido, 2012) la relación que se genera entre el cambio climático y actividades antropogénicas es directa y convincente evidenciándose así el calentamiento que ha tenido la superficie del planeta tierra en el siglo pasado.

Parte de las actividades antropogénicas es la infraestructura que a lo largo del tiempo se ha convertido en elementos fundamentales que se asocian al desarrollo de una sociedad, impulsando mecanismos económicos y aportando al crecimiento desde diferentes perspectivas, la necesidad de movilidad se ha convertido en una constante creciente para el ser humano para así generar procesos de conexión de lugares y transporte de personas y carga, siendo así un modelo necesario para el desarrollo como lo menciona (González, 2016) explicando también que la construcción de infraestructura vial para los subsistemas de transporte masivo representan un detonante primordial en las actividades económicas, llegando a ser la infraestructura requisito para el desarrollo social y económico de un país, especialmente las vías terrestres las cuales son pilares de la comunicación.

Cabe mencionar que dichas problemáticas ambientales tiene como detonante la conducta humana y el desarrollo desmedido que se requiere para obtener el progreso deseado, generando pérdida de hábitats, deterioro y sobreexplotación de vida silvestre según lo indica (WWF, 2016) además de que el planeta está entrando en un territorio inexplorado en su historia, en el que la humanidad produce cambios en el planeta, incluyendo una sexta extinción masiva.

Con los procesos generados en la era del Antropoceno la vulnerabilidad de los recursos naturales se van evidenciando más, dado que es una cadena en la cual cada acción desarrollada por el ser humano provoca dicha vulnerabilidad, según (Reyes, 2011) los recursos son damnificados por el contexto mundial actual dada a la lógica del comportamiento humano que se genera por normas y acuerdos para interactuar entre individuos.

La vulnerabilidad reflejada en los recursos ambientales se ve impactada en parte por los procesos constructivos de vías, como lo es el caso de España donde en los últimos años las redes de carreteras han crecido rápidamente, produciendo transformaciones en carreteras convencionales y construyéndose nuevos trazados de ferrocarril y gaseoductos, información dada por (Tormo et al., 2009) indicando que las infraestructuras que se han venido generando en España han producido impactos severos en los ecosistemas naturales como la fragmentación de hábitats, alteraciones en la estructura del ecosistema, erosión y compactación del suelo.

Diversas partes del mundo no han sido ajenas a la problemática ambiental generada por las construcciones en mención, para Perú, los puentes, carreteras y transporte terrestres se han convertido en una problemática para la selva baja peruana, (Junquera, 2007) menciona que se han generado impactos en los suelos por los sondeos que se requiere en la etapa constructiva para la exploración geológica, también expone el choque cultural que se genera trayendo consigo beneficios o problemas a corto plazo por la alteración de la zona donde habitan las comunidades.

Colombia no es ajena en enfrentar los impactos generados por las construcciones viales, (Armesto & Díaz, 2018) hace referencia a que la construcción de carreteras en Colombia genero dificultades de carácter institucional, político y financiero además de tener variaciones en aspectos técnicos como la topografía y factores climáticos, también se menciona que la infraestructura en Colombia se ha visto golpeada por la ineficiente inversión teniendo como

resultado deficiencia en los resultados viales y una mala gestión en el desarrollo de las vías alterando todos los recursos a su alrededor.

El desarrollo y la necesidad de mejorar el estilo de vida de los seres humanos ha generado un incremento en construcciones de obras civiles las cuales fomentan el progreso en una sociedad e interconectividad de un punto a otro para dinamizar los modelos económicos, (Martinez, 2014) ha expuesto que el progreso conlleva consecuencias en el desarrollo entre ciudades involucrando sistemas de expansión y planificación de carreteras.

Por consiguiente los procesos constructivos han generado en Colombia problemáticas de índole ambiental, social y cultural, creando impactos los cuales alteran las condiciones atmosféricas donde se imparte la construcción, generan afectaciones geológicas en la zona del proyecto y en los recursos del agua, no obstante dichos impactos abarcan los inadecuados proceso de planeación y gestión del desarrollo de infraestructura vial dado que Colombia se enfrenta constantemente en la búsqueda de acciones para ser un país en desarrollo donde las medidas de crecimiento económico se desborda sin tener los indicados procesos en los componentes ambientales según (Armesto & Díaz, 2018) en efecto el crecimiento económico por la necesidad de desarrollo genera los impactos ambientales.

Por lo cual es necesario analizar cuál es la problemática que están forjando los procesos constructivos viales en Colombia y los impactos ambientales generados, para ello, en el presente artículo se tiene por objetivo analizar los impactos ambientales generados por las construcciones viales en Colombia y así identificar y evaluar los impactos ambientales en construcciones viales aplicando la metodología EPM.

## MATERIALES

Colombia al ser un país en desarrollo tiene el enfoque de generar crecimiento a nivel socioeconómico, (Rojas, 2016) indica que la infraestructura física del país debería manejar incorporación de nuevas alternativas para la ejecución de los proyectos constructivos lo cual genera éxito en las actividades económicas beneficiando a la sociedad respecto a la calidad de vida, por lo cual es importante la generación de construcciones viales en pro del desarrollo del país incorporando el análisis ambiental con el fin de llegar a una idónea ejecución de los proyectos incorporando la evaluación de los impactos para ello es importante identificar la clasificación de carreteras que maneja Colombia y tener una idea de como es la funcionalidad de ellas en el país, como se describe en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Clasificación de las carreteras en Colombia según su funcionalidad y tipo de terreno*

| Clasificación    | Según Funcionalidad  |
|------------------|--|
| Primarias        | Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país                           |
| Secundarias      | Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria.   |
| Terciarias       | Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.  |
| Clasificación    | Según tipo de terreno  |
| Terreno plano    | Pendientes transversales al eje de la vía menores de cincogrados(5°). Exige el mínimo movimiento de tierras durante la construcción por lo que no presenta dificultad ni en su trazado ni en su explanación. |
| Terreno ondulado | Pendientes transversales al eje de la vía entre seis y trecegrados(6° -13°). Requiere moderado movimiento de tierras durante la construcción, lo que   |

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación.   |
| Terreno montañoso | Pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados ( $13^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ). Generalmente requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación.  |
| Terreno escarpado | Pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a cuarenta grados ( $40^{\circ}$ ). Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, lo que genera grandes dificultades en el trazado y en la explanación, generalmente los alineamientos se encuentran definidos por divisorias de aguas. |

*Nota.* Adaptada a partir del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Mintransporte, 2008

Una vez analizada la clasificación vial en Colombia se tiene en cuenta los procesos constructivos de la misma con el fin de evidenciar cuáles son las actividades y etapas que se generan y como ese vinculan en los impactos ambientales, cada etapa se describe a continuación en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Etapas constructivas de las vías en Colombia*

| Etapa Exploratoria                                   |  |
|--|--|
| <i>Levantamiento topográfico</i>                     | Localizar y determinar la pendiente del terreno, tener una localización general y ubicar los tramos de la vía  |
| <i>Estudio de tránsito</i>                           | Estudio de tránsito para identificar el número y peso de los ejes que influyen de forma directa en el diseño de estructura del pavimento   |
| <i>Estudio de suelos y Caracterización del suelo</i> | Estudio que se efectúa en la zona donde se va a desarrollar el proyecto, mediante análisis geotécnico, implementación de ensayos, evaluaciones del subsuelo por medio de perforaciones, identificación del tipo de suelo, condiciones mecánicas y nivel freático |

|   |  |
|---|--|
| <i>Diagnostico de las redes de servicios públicos</i> | Determinar las redes de servicio público existentes en la zona que se va a intervenir  |
| <i>Localización del proyecto</i>                      | Para esta etapa es necesario tener una ubicación general de la zona y efectuar un plano de levantamiento incluyendo tambien aspectos técnicos de la zona   |
| <i>Estudios hidrológico e hidráulico</i>              | Se efectua para el diseño de drenajes con el fin de verificar el comportamiento de los drenajes en la zona   |
| Etapa Constructiva                                    |  |
| <i>Localización y Replanteo</i>                       | Localización, referencia y puntos de control topográfico de la zona del proyecto   |
| <i>Cerramiento y Señalización</i>                     | Aislamiento del lugar mediante cerramientos provisionales y proveer accesos y señales para no interferir con el transito   |
| <i>Demolición y remoción</i>                          | Demolición total o parcial de estructuras que se encuentren en la zona del proyecto, incluyendo la remoción, cargue, transporte y descargue y disposición final de los materiales  |
| <i>Excavación y retiro</i>                            | Nivelación y remoción de materiales, se escarificaran en espesor hasta llegar a la cota indicada, cada material retirado tiene el debido transporte y disposición.   |
| <i>Conformación calzada existente</i>                 | Verificación de materiales que serán la fundación de la obra, determinando el CBR y la capa que va a funcionar como subrasante, la capa seleccionada como subrasante tendrá un procedimiento de escarificado, extensión y compactación |
| <i>Extendida y compactación del material</i>          | Selección, transporte, disposición, conformación y compactación mecánica de materiales que se implementan como base granular para la realización del relleno   |
| <i>Construcción de placa</i>                          | Elaboración, transporte, colocación y vibrado de mezcla de concreto como estructura del pavimento  |
| <i>Instalación y construcción del bordillo</i>        | Construcción de bordillos con piezas prefabricadas según especificaciones de planos y diseños  |
| Etapa Operación y Mantenimiento                       |  |
| <i>Operación</i>                                      | Se da la apertura de las vías para su operación según su funcionalidad   |



|   |  |
|---|--|
| <i>Mantenimiento preventivo</i>             | Mediante intervenciones se asegura el optimo estado de la via despues de su funcionamiento mediante limpieza de obras,drenaje, sellos de juntas,reparaciones de menor escala |
| <i>Mantenimiento periódico y correctivo</i> | Actividades necesarias para prevalecer el estado de la vía y solucionar problemas que presente, en el caso de emergencias se aplica mantenimiento correctivo                 |

---

*Nota.* Elaboración propia a partir de Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito, Departamento Nacional de Planeación DNP, 2016

En cada etapa constructiva puede generar inadecuados procesos desde la gestión y planeación de la construcción de obras de infraestructura vial, técnicamente los impactos ambientales que se generan abarcan la inadecuada disposición de residuos de materiales de construcción, como lo menciona (Navarro, 2010), en otro orden de ideas (Martinez, 2014) indica que también se genera reducción de la cobertura boscosa según el área de desarrollo del proyecto constructivo y se incrementan los procesos erosivos dado a la explotación del suelo para la conformación de bases que soportan la infraestructura vial involucrando la disminución de la calidad y cantidad de agua superficial y subterránea, abarcada por los procesos ya que es necesario para efectuar el diseño óptimo de la construcción además de algunos comportamientos que se generan en el clima los cuales atribuyen al cambio climático.

Según (G. Martínez, 2017) Colombia es considerado uno de los 14 países multidiversos donde alberga 10 % de especies conocidas a nivel mundial, al ser un país megadiverso y en vía de desarrollo requiere de este tipo de infraestructura para su crecimiento, no obstante, es necesario enfocar las mejores alternativas para mitigar y compensar los impactos generados por las construcciones viales, para lo cual se generan estrategias las cuales atraen los beneficios de la

infraestructura conservando los ecosistemas y manteniendo un enfoque directo de preservar nuestros recursos naturales indispensables para nuestra existencia, vitales para vivir.

Para llegar a ello se requiere identificar y evaluar los respectivos impactos que se generan en el diseño, construcción y uso de las vías en el país, lo cual desencadena como lo menciona (Arroyave et al., 2006) la fragmentación de los ecosistemas una vez ya son existentes las vías en la zona impactada, también se evidencia la dispersión y disminución de poblaciones de especies de flora y fauna, además, se efectúa alteraciones en el ciclo hidrológico, contaminación atmosférica, del agua y suelo y cambios en el microclima.

La necesidad es tal, que es necesario implementar todas las medidas de mitigación posible y conservar e impulsar a Colombia en los factores ambientales, sociales y económicos, según (Iuell et al., 2003) se ha generado una escala de soluciones integradas para el proceso de mitigación donde se tiene en cuenta la escala regional en la cual se analiza los trazos y elementos externos al diseño vial, la escala de paisaje donde se identifican los tramos en los cuales se debe prevenir los conflictos y la escala local en la cual las soluciones diseñadas son técnicas y específicas para dar cumplimiento a la reducción de impactos.

Una vez se efectúa la planeación y se da el correcto paso a seguir, impulsar soluciones técnicas logra el objetivo deseado de mitigación, para ello, teniendo en cuenta diversos modelos internacionales funcionales para Colombia en su aplicabilidad como lo es la generación de pasos de fauna con el fin de facilitar las conexiones de las especies teniendo en cuenta diferentes especificaciones requeridas en su diseño y las características de la especie para así llegar a una reducción de mortalidad de estas como se menciona en el manual europeo, fauna y tráfico de (Iuell et al., 2003), donde es importante el desarrollo de los pasos empleando un concepto global con la infraestructura vial para que todo tipo de poblaciones se mantengan conectadas.

Cabe resaltar que los procesos constructivos han provocado afectaciones en el entorno donde se desarrollan las obras y se operan los proyectos, (Carvajal, 2018) menciona que el sector de la construcción es un gran aliado para la economía nacional de un país, pero en términos ambientales el impacto que se genera es negativo dado a las actividades que se ejecutan, no obstante, en Colombia se ha desarrollado legislación con el fin de regular proyectos, obras y/o actividad pensando en el bienestar ambiental y en la correcta evaluación de impactos generados por las construcciones en el país.

Mediante la Ley 99 de diciembre de 1993 se creó el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organizó el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y otras disposiciones según (Ley 99,1993). Involucrando también los decretos 1753 de 1994, 1728 de 2002, 1180 de 2003 encargados de reglamentar los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993

Otras disposiciones que se han generado es adoptar los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de explotación de proyectos mineros (Resolución 2206, 2016)

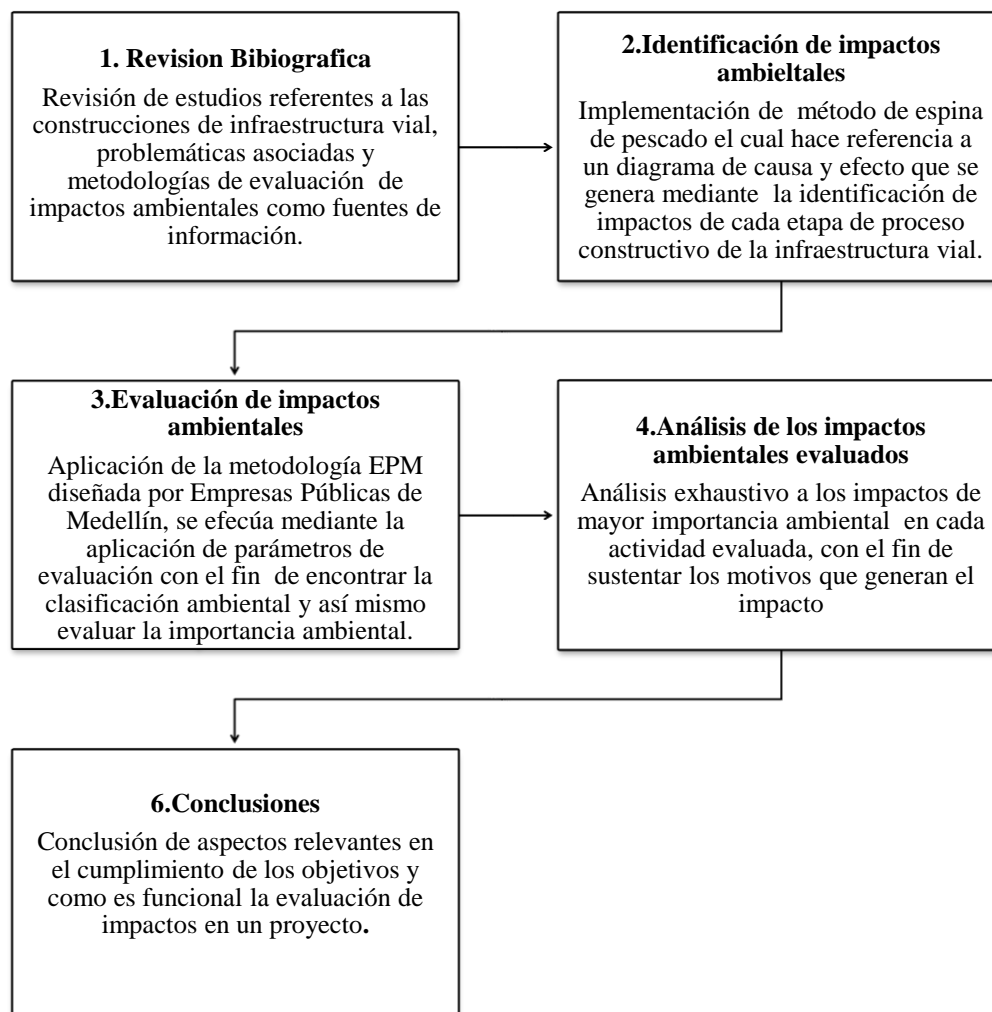
También se adoptan los términos de referencia como lo menciona la (Resolución 1660, 2016) en la inclusión de nuevas fuentes de materiales en los proyectos de infraestructura de transporte que cuenten con licencia ambiental y se toman otras determinaciones, así pues otras normativas generan términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental según lo indica la (Resolución 1312, 2016), dichas disposiciones se aplican con el fin de generar la regulación a cada proceso que intervenga ambientalmente.

## MÉTODOS

En el proceso metodológico para llegar al desarrollo de la evaluación de impactos en las construcciones viales se manejó los pasos descritos a continuación en la figura 1

**Figura 1**

*Metodologia*



*Nota:* Representación grafica de la metodología para analizar los impactos ambientales generados por las construcciones viales. Elaboración Propia

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el desarrollo de la evaluación de impactos ambientales se procedió inicialmente con la identificación de impactos implementando el Diagrama de Ishikawa o Causa –Efecto el cual es una herramienta que recolecta información de diversos grupos para determinar niveles de importancia, según (Garcia, 2019) el diagrama de Ishikawa permite generar una evaluación a los problemas que se identifican y así tener en cuenta los factores para dicha evaluación, por consiguiente se efectuó una revisión documental y recopilación de dicha información referente a la construcción de vías en Colombia desde una visión general teniendo en cuenta las alteraciones ambientales que se pueden evidenciar tras el proceso constructivo con la vinculación de las 3 etapas plasmadas en la tabla 2 del presente documento.

Al vincular el documento Listado de impactos ambientales específicos en el marco de licenciamiento ambiental del Ministerio de Ambiente y demás documentación mediante un análisis exhaustivo se desarrolló de la metodología Ishikawa plasmada en los **anexos A,B,C** donde se obtuvo un total de 64 impactos identificados correspondientes a 17 categorías las cuales se desglosan en 10 componentes y se dividen en 3 medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico, la información se desglosa en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Componente y Categorías de la identificación de impactos*

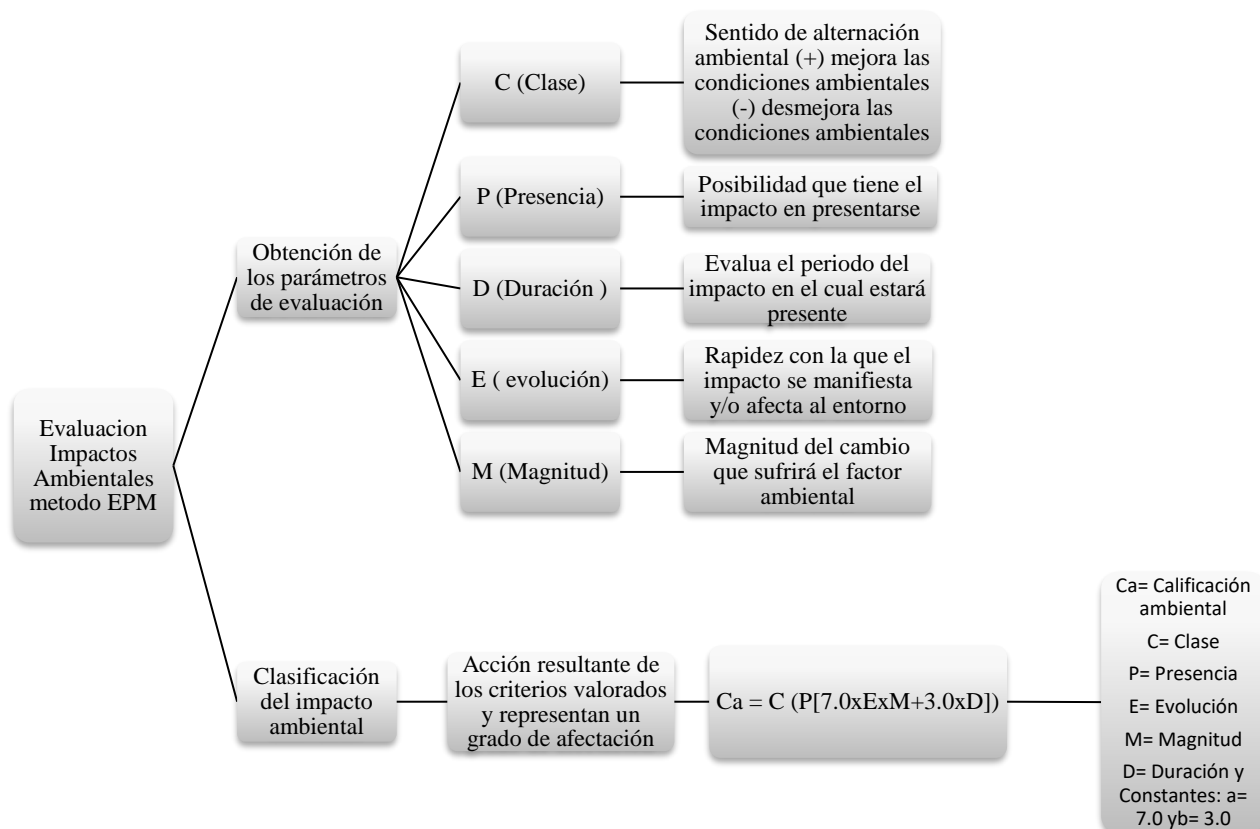
| COMPONENTE AMBIENTAL | COMPONENTE     | CATEGORIA                                      |
|----------------------|----------------|--|
| Abiótico             | Atmosferico    | Alteración de la calidad del aire              |
|                      |                | Alteración de las propiedades físicas del aire |
|                      |                | Alteración en los niveles de presión sonora    |
|                      |                | Generación de olores ofensivos                 |
|                      | Geomorfologico | Alteración de la geoforma del terreno          |
|                      | Suelo          | Alteración en la calidad del suelo             |

| COMPONENTE AMBIENTAL | COMPONENTE              | CATEGORIA  |
|----------------------|-------------------------|--|
| Biotico              | Hidrologico             | Alteración en la calidad del recurso hidrico superficial                                   |
|                      |                         | Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial                   |
|                      |                         | Alteración hidrogeomorfologica de la dinamica fluvial y regimen sedimentologico            |
|                      | Cobertura Vegetal       | Alteracion a la cobertura vegetal  |
|                      | Fauna                   | Alteración a las comunidades de fauna terrestre  |
| Socioeconomico       | Flora                   | Alteración a las comunidades de flora  |
|                      | Espacial                | Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales |
|                      |                         | Modificación de la accesibilidad , movilidad y conectividad local                          |
|                      | Cultural                | Alteración en la percepción visual del paisaje   |
|                      | Politico-administrativo | Cambio en el uso del suelo   |
|                      |                         | Generación y/o alteración de conflictos sociales   |

**Nota \*** Adaptada de listado de impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental, Minambiente, 2020

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a la realización de la evaluación ambiental implementando la metodología EPM, la cual fue desarrollado por la Unidad de Planeación de Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en 1986, mencionado así por (L. Martínez, 2020) donde se tiene por objetivo evaluar los efectos ambientales producidos por proyectos hidráulicos que se efectuaban en la empresa EPM.

Sin embargo, se observó que su aplicabilidad tenía una gran eficiencia y se adoptó a otros proyectos en diferentes empresas, el método EPM se desglosa en 2 fases las cuales son obtención de los parámetros de evaluación y clasificación del impacto ambiental, cada etapa se describe en la figura 2.

**Figura 2***Fases Metodo EPM*

*Nota.* Elaboración propia a partir de análisis comparativo entre el Método Leopold y el EPM-Arboleda para la identificación de impactos ambientales, Martínez, 2020

Al efectuar la matriz de evaluación se tuvo en cuenta cada variable para los parámetros de evaluación las cuales determinaron los criterios específicos en el desarrollo de la evaluación, mediante la incorporación de cada parámetro y la vinculación del valor del Ca (clasificación de

impacto ambiental) se logra obtener una expresión para el impacto que fue valorado correspondiente a rangos específicos como lo describe (Arboleda G, 2008), llegando así a la clasificación de la importancia ambiental plasmada en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Importancia Ambiental Metodo EPM*

| CLASIFICACIÓN | VALORACIÓN | CLASIFICACIÓN |
|---------------|------------|---------------|
| Muy Alto      | 9-10       | $\geq 9$      |
| Alto          | 7-8        | 7-9           |
| Medio         | 5-6        | 5-7           |
| Bajo          | 3-4        | 3-5           |
| Muy Bajo      | $< 2$      | $< 3$         |

*Nota.* Adaptada de Manual de evaluación de impactos ambientales, de Arboleda, 2008

En el desarrollo final de la matriz de evaluación de impactos en las construcciones viales se obtuvo como resultado en la etapa exploratoria un total de 24 impactos evaluados, los cuales se exponen en el **anexo D**, además en la figura 3 se desglosa la clasificación del impacto ambiental de cada categoría de la etapa exploratoria donde se evidencia que para las actividades de levantamiento topográfico, estudio de tránsito, localización del proyecto, estudios hidrológicos e hidráulicos y diagnóstico de servicios públicos presentaron un impacto bajo y muy bajo debido a que son actividades que no generan una gran interacción con las zonas motivo por el cual la evidencia del impacto es mínima.

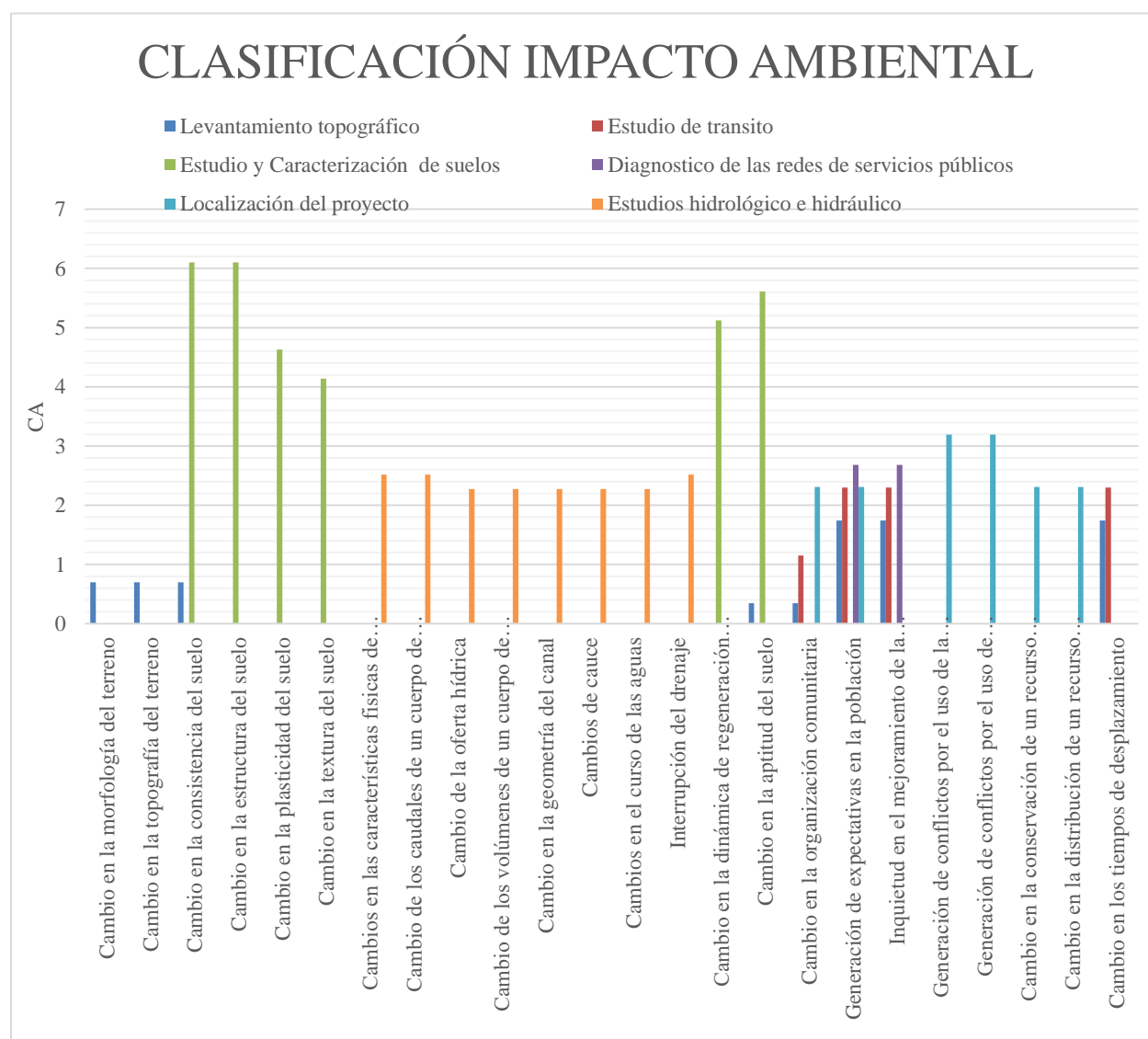
En la actividad de estudio de caracterización de suelo se evidenció un rango medio en la importancia ambiental, (Romero et al., 2017) menciona que la afectación del suelo son más visibles por las construcciones bajo la consecuencia del desarrollo humano donde se demuestra un alto deterioro con resultados como lo son pérdidas de superficie fértil, fragmentación de biodiversidad y disminución de capacidad de infiltración del agua, a pesar de que la interacción



es mayor en la zona en el momento de efectuar los ensayos correspondientes para la etapa en mención, esta no se genera a gran escala y su afectación no influye en gran magnitud.

**Figura 3**

*Clasificación impacto ambiental etapa exploratoria*



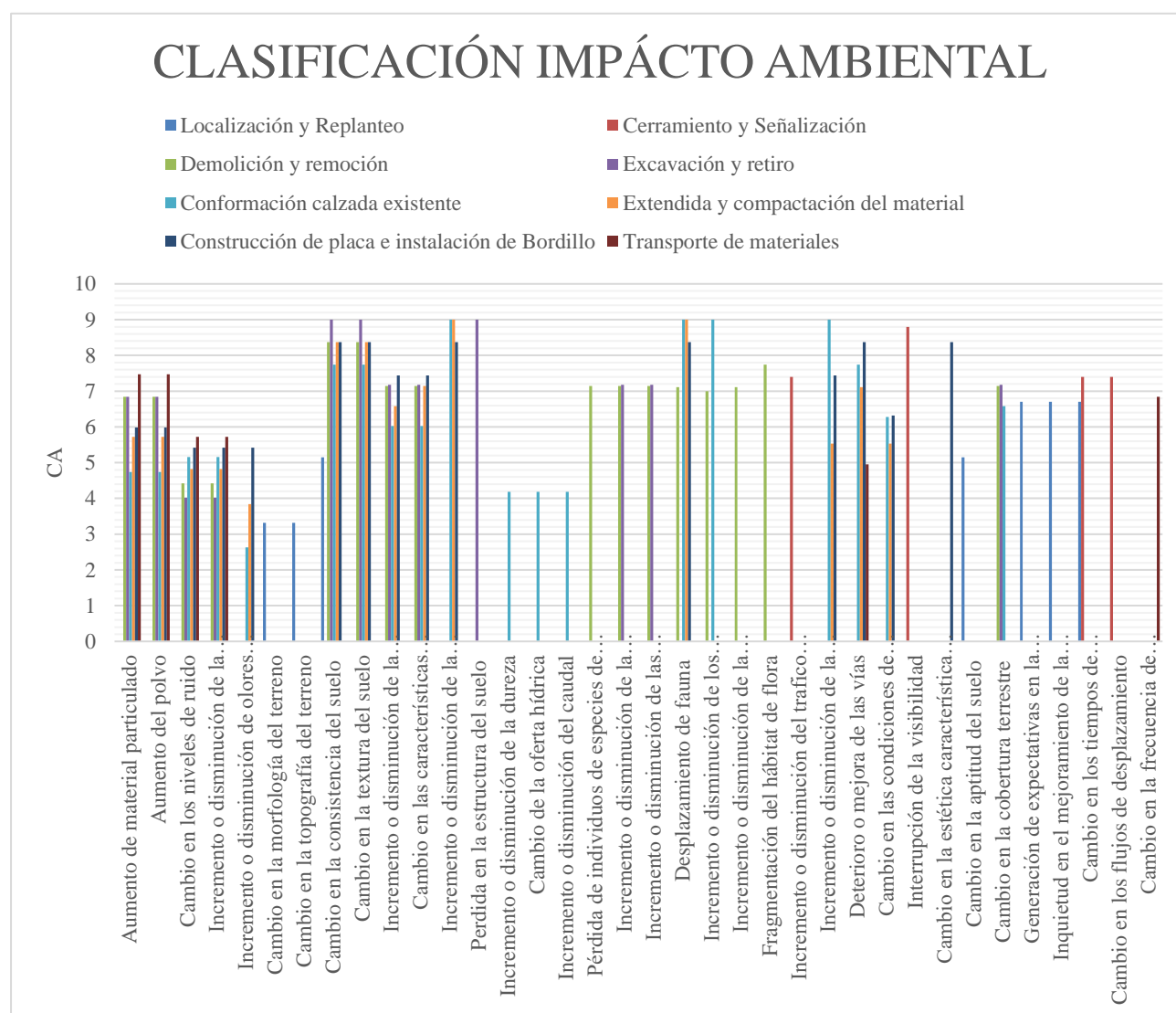
*Nota.* Elaboración propia

En la etapa constructiva para los proyectos viales se evidenciaron 36 impactos de los cuales se obtuvieron por resultado 7 con importancia ambiental baja y 29 con un rango medio

los cuales corresponden a las actividades que no alteran a gran magnitud los impactos ambientales, contrario a los rangos analizados anteriormente, se obtuvo 47 impactos cuyo resultado fue alto en la importancia ambiental y 10 para muy alto, todas las actividades se impactaron de forma significativa, como se evidencia en la figura 4 y matriz del **anexo E** donde se refleja la clasificación de impacto ambiental de cada actividad de la etapa constructiva.

**Figura 4**

*Clasificación impacto ambiental etapa constructiva*



*Nota.* Elaboración propia

Para los impactos con mayor importancia ambiental se analizó que el proceso constructivo de una vía genera alteraciones en la calidad del aire, según (Gonzáles, 2015) la contaminación del aire varía en la intensidad de concentración, ya que existen factores externos que influyen como el relieve geográfico y condiciones meteorológicas, también, cada contaminante tiene diferentes efectos y comportamientos en los tiempos de exposición.

Además, (Gonzáles, 2015) hace referencia que la utilización de maquinaria y el tránsito de vehículos pesados generan emisiones de partículas de polvo las cuales se manifiestan según la proporción del área del trabajo, la intensidad que maneje la maquinaria y actividades y cada proporción de partículas finas existentes en el suelo, al ser las construcciones viales un detonante de este impacto cabe mencionar que dicha exposición a los contaminantes afectan el entorno donde se efectúa la obra además de generar alteraciones a la salud humana, motivo por el cual la importancia ambiental fue significativa de alta a muy alta para la categoría en mención.

De igual forma la alteración a la calidad del suelo se ve muy impacta, (Archila & Aparicio, 2018) hace referencia a que el suelo se afecta por la eliminación de sus capas y desorganización de la estructura además de los efectos que genera la demolición, excavación y conformación de las calzadas viales, los áridos que se implementan en el proceso constructivo hace que se pierda la funcionalidad del suelo los cuales son inadecuados para las actividades biológicas del mismo, cambiando así el uso del suelo y suministrando componentes tóxicos en el, provocado por procesos de infiltración que se generan en obra lo cual conlleva a las alteraciones fisicoquímicas del suelo.

Por consiguiente las construcciones de vías provocan procesos que forjan afectaciones en la conservación del suelo, muchas de las actividades económicas que generan problemáticas en

el suelo se deben a que no manejan una idónea regulación y planeación en la ejecución de los proyectos viales, motivo por el cual la importancia ambiental se evaluó en los rangos de alta y muy alta.

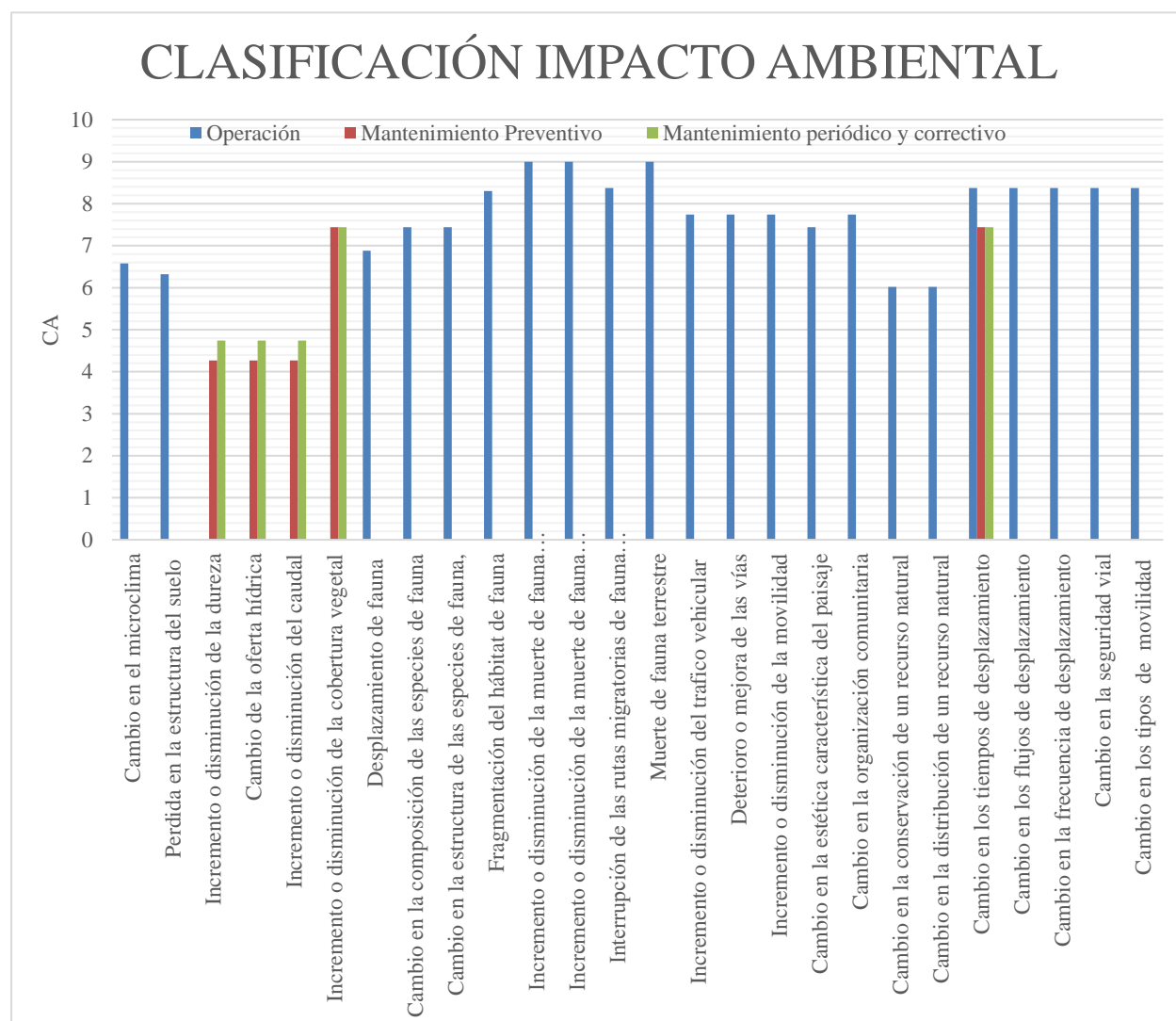
También, se evidencia una importancia ambiental alta en las alteraciones de la cobertura vegetal, fauna terrestre y comunidades de flora, esto se debe a que las redes viales como lo menciona (De la ossa, V. et al., 2015) se asocian directamente a impactar la biodiversidad perturbando comportamientos y procesos naturales, dispersando especies y generando incrementos de mortalidad de especies y organismos.

La etapa constructiva de las vías en Colombia, evaluándola de forma general destaca la mayoría de impactos identificados inicialmente, dado que son altas las afectaciones producidas a la biodiversidad, según (León & Mejía, 2010) se maneja protección para los aspectos ambientales frente al desarrollo de un país y la generación de obras viales, exponiendo que las construcciones no se realizan de idónea forma para mitigar los impactos ambientales, además, generan incertidumbres en aspectos culturales y socioeconómicos en las regiones del país, lo cual forja actividades con consecuencias hacia el medio ambiente que provocan problemáticas sociales y también incrementos en las actividades económicas, sin embargo, actualmente se efectúan planes para contrapesar los impactos ambientales sin dejar a un lado el desarrollo de un país con el fin de encaminar los procesos a un camino más sostenible.

Por otro lado, la etapa de operación y mantenimiento refleja gran significancia expuesta en la figura 5 referentes a la clasificación ambiental. La actividad de operación respecto a la importancia ambiental presenta rangos entre muy alto, medio y medio, para las actividades de mantenimiento preventivo, periódico y correctivo se obtuvo 5 impactos evaluados con rangos de bajo, medio y alto en la importancia ambiental, información descrita en el **anexo F**

**Figura 5**

*Clasificación impacto ambiental etapa de operación y mantenimiento*



*Nota.* Elaboración propia

Según los resultados, uno de los impactos con alta importancia ambiental fue los cambios en el microclima, según (León & Mejía, 2010) las construcciones viales incluyen materiales para la pavimentación los cuales generan mayor emisión de gases implicando un desmejoramiento en la calidad del aire, afectando el medio ambiente y los gases de efecto invernadero, referente al microclima.

En los procesos constructivos de vías se genera la eliminación de cubierta vegetal, y demás actividades donde según (Archila & Aparicio, 2018) se genera cambios en el microclima como disminución relativa, aumentos de temperaturas y disminución de la velocidad del viento, procesos de reflectancia por el pavimento generando un incremento de la temperatura debido a que este conduce el calor más rápido que el suelo, por consiguiente dicho impacto genera desequilibrios en el ecosistema donde se efectúe la obra y operación de la vía.

Además, en la etapa de operación se evidencian cambios en los flujos de desplazamiento alterando el tráfico vehicular en la zona provocando impactos en el proceso de desplazamiento, (Bernal & Pardo, 2010) menciona que dichos procesos generan aumento en número de vehículos en circulación generando así los trancones en las ciudades, además de las carreteras que también presentan gran cantidad de circulación de vehículos lo cual abarca una cadena de impactos como lo es la mortalidad de la fauna.

Por consiguiente la operación en las vías provocan un aislamiento para la fauna de la zona, (De la ossa, V. et al., 2015) menciona que los efectos generados por el ruido, la contaminación ambiental y visual que es producida por el flujo vehicular provocan pérdidas representativas para la fauna, dado a la fragmentación que producen las vías, generando así la dispersión y por consiguiente la disminución de poblaciones de especies.

Por lo tanto es importante generar medidas para compensar los impactos que se generan en la fauna, (Arroyave et al., 2006) hace referencias a alternativas como desmonte con el fin de permitir el desplazamiento de la fauna, recolección de capa fértil para reutilizar de forma compensatoria e implementación de técnicas para diseñar pasos de fauna, según (Rincón & Parra, 2016) la construcción de pasos de fauna es fácil y manejan bajos costos en su desarrollo y llegan a ser funcionales hasta para mamíferos grandes así que la implementación de pasos y

efectos barreras se convierten en el mejor aliado en la compensación de impactos a la fauna prevaleciendo sus necesidades y conectividad.

No obstante, además de la intervención técnica que se efectúe, existe otro factor importante como lo es la seguridad vial (Rincón & Parra, 2016) expone la importancia de la implementación de señales con sensores para la detección de fauna, reforzar señales viales y una correcta gestión en la vegetación en los bordes de la vía para tener una buena visibilidad para el conductor en el momento que pueda percibir alguna especie, de tal forma se mitiga la seguridad del tránsito vial y de las especies de la zona.

Existe una gran variedad de factores que se ven alterados en los procesos constructivos que se generan en Colombia, además es una línea que va generando consecuencias si las decisiones tomadas no son las correctas en cada ejecución de infraestructura vial. Colombia se ha apoyado de legislación y normativas para fomentar mejores prácticas, control y seguimiento a las construcciones viales para así tener la debida gestión en cada proceso de construcción, sin embargo, es necesario comprender que cada actividad antropogénica generara un impacto en los recursos que esta requiere.

Para ello, Colombia está implementando los lineamientos de infraestructura verde, el alcance que este tiene según (Gobierno de Colombia, 2020) es que los proyectos de construcción de carreteras que se diseñen y ejecuten deben contemplar las medidas de manejo necesarias para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar la totalidad de los impactos ambientales significativos que potencialmente se puedan generar.

## CONCLUSIONES

La metodología de identificación de impactos ambientales logra articular información perteneciente a los procesos constructivos de vías para así analizar cuáles son los impactos que podrían incidir en la ejecución de cada proceso, posterior a la identificación, la evaluación de impactos ambientales cumplen un papel fundamental para determinar la clasificación del impacto y la importancia que este genera en rangos de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto de las actividades que provocan afectaciones en el entorno con el fin de tener una base para la correcta planeación de tal forma que cada impacto que fue evaluado llegará a ser mitigado y compensado para así tener un equilibrio desde la parte ambiental y constructiva.

El desarrollo es un aspecto importante para el impulso socioeconómico en Colombia, la generación de vías es un aliado para interconectar procesos y sectores productivos en la economía del país, sin embargo, es necesario encontrar estrategias que logren conectar la generación de construcciones viales con el debido manejo ambiental y así impartir una gestión sostenible mediante la implementación de instrumentos de planificación, los cuales manejan enfoques y campos de acción, de esta forma permiten establecer estrategias para la generación de acciones con el fin de mitigar y prevenir impactos que se pueden generar en las actividades realizadas por las construcciones viales en el país.

La correcta planeación y gestión de proyectos mediante el análisis de los impactos ambientales deben manejar la debida capacitación de los entes involucrados en dicha gestión para el debido fortalecimiento de instrumentos de planificación ambiental, puesto que se requiere un trabajo incorporado entre las instituciones involucradas y los profesionales para realizar la implementación y fortalecimiento buscando la toma de decisiones más acertadas para detener y controlar los impactos ambientales.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archila, A. V., & Aparicio, M. F. (2018). Impactos ambientales derivados del proceso de pavimentación de vías de transporte en Colombia. *Universidad Nacional Abierta y/a Distancia*, 69.
- <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/18318/5/1098694697.pdf>
- Arboleda G, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades EIA. 144.
- Armesto, A., & Díaz, S. (2018). Desarrollo de las vías de comunicación en Colombia: el problema de la construcción de carreteras de 1945 a 1970. *Universidad Nacional de Colombia*, 17.
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., Andrade, L., & Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 5, 45–57.
- Bernal, D., & Pardo, C. (2010). Sistema para reportar y consultar el estado del tráfico vehicular de la ciudad de Bogotá. *Politecnico Grancolombiano*.
- Congreso de Colombia. (1993, 22 de diciembre). *Ley 99*. Obtenido de [www.mininterior.gov.co/la-institucion/normatividad/ley-99-de-1993](http://www.mininterior.gov.co/la-institucion/normatividad/ley-99-de-1993)
- Cruz Farfan, A., Beltran Bolivar , D., & Africano Plazas, N. (2015). Desarrollo de estrategias ambientales que contribuyan a la reducción de los impactos. *U.Rosario*.
- Carvajal, M. A. (2018). Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las

actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de Lima y Callao.

*Universidad Nacional Agraria La Molina*, 77.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3215/carbajal-silva-marcia-andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De la Ossa, J., De la Ossa Nadjar, O., & Medina, E. (2015). Atropellamiento de fauna silvestre.

*Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 7(1), 109.

<https://doi.org/10.24188/recia.v7.n1.2015.430>

Galán, D., & Garrido, J. L. (2012). Cambio climático. Perspectivas futuras. *Observatorio*

*Medioambiental*, 15, 11–18.

García, J. N. (2019). Diagrama de Causa y Efecto: Aplicación a las empresas Aguas Machala EP.

*UTMACH*, 1–25.

González, F. (2015). *Estudio de impacto ambiental proyecto de urbanización del polígono*

*industrial sector 11 – collet II*. [www.ajuntamentdebenicarlo.org/r2h/files/16897.pdf](http://www.ajuntamentdebenicarlo.org/r2h/files/16897.pdf)

González, M. G. (2016). *Infraestructura Y Desarrollo: Las Afectaciones Del Comercio*

*Adyacente a Línea 3 Del Tren Ligero En Jalisco. 1*, 11.

Gobierno de Colombia. (2020). *Lineamientos de infraestructura verde vial-LIIV*. WWF.

Obtenido de

[https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/infraestructura\\_verde\\_b23\\_c9\\_safe\\_oct2020.pdf](https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/infraestructura_verde_b23_c9_safe_oct2020.pdf)

Iuell, B., Bekker, H., Cuperus, R., Dufek, J., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., Sangwine, T.,

Torslov, N., & Wandall, B. le M. (2003). Fauna y Trafico. Manual europeo para la

identificación de conflictos y el diseño de soluciones. *Organismo Autónomo Parques*

*Nacionales*, 170.

- Junquera, C. (2007). Puentes, carreteras y transporte terrestre como causas de impactos medioambientales negativos en la selva baja peruana. *Universidad Complutense de Madrid*, 3, 53–75.
- León, E. M., & Mejía, L. F. (2010). Análisis de los impactos ambientales asociados al mantenimiento de vías en pavimento flexible en Colombia. *Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña*, 109.  
<http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/1113>
- Martínez, G. (2017). Impactos de la construcción de las vías de cuarta generación en Colombia sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1–22.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16393/MartinezMartinezGermanAlirio2017.pdf>
- Martínez, L. (2020). Análisis comparativo entre el Método Leopold y el EPM-Arboleda para la identificación de impactos ambientales en la intervención de vías principales urbanas. *Universidad Santo Tomás*, 53(9), 1689–1699.
- Martinez, W. (2014). Evaluación Del Impacto Ambiental En Obras Civiles. *Negotium*, 29, 5–21.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016, 11 de octubre). *Resolución 1660*.  
Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/1e-resolucion-1660.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016, 27 de diciembre). *Resolución 2206*.

Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/res%202206%202016-fe.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Listado de impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016, 11 de agosto). *Resolución 1312*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d3-res%201312%20agosto%202016.pdf>

Navarro, L. (2010). El mecanismo y la gestión ambiental de escombros y materiales de construcción. *Revista Electrónica Ambiente Total*, 5, 1–12. <http://ambiente-total.uceval.edu.ve>

Reyes, L. M. (2011). El dilema de los recursos naturales comunes “sin doliente(s).” *Gestión y Ambiente*, 13(2), 71–80.

Rincón, D. P., & Parra, V. Y. (2016). Guía General Para El Manejo De Fauna Atropellada En Vías En Concesión (Tramo 2 Autopista Bogotá- Villalba).

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 61(3), 456–477.

<http://hdl.handle.net/11349/3530>

Rojas, D. M. (2016). Desarrollo vial en Colombia y el impacto de las vías de Cuarta

Generación. (trabajo de grado). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Económicas Especialización en Gerencia en Comercio Internacional. Universidad Militar

*Nueva Granada, I*, 28.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14893/RojasArdilaDianaMarcela2016.pdf>

Romero, A., Caballero, A., & Morales, A. (2017). Expansión urbana y turismo en la comarca del campo Cartagena-Mar menor (Murcia). Impacto en el sellado del suelo. *Univrsidad de Murcia*, 521–546.

Tormo, J., Bochet, E., & Garcia Fayos, P. (2009). Restauración y revegetación de taludes de carreteras en ambientes mediterráneos semiáridos: procesos edáficos determinantes para el éxito. *Ecosistemas, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 18(2), 79–90.

WWF. (08 de Noviembre de 2016). Riesgo y resiliencia en una nueva era. Obtenido de [www.wwf.org.co/?282650/Informe-Planeta-Vivo-2016-Riesgo-y-resiliencia-en-una-nueva-era](http://www.wwf.org.co/?282650/Informe-Planeta-Vivo-2016-Riesgo-y-resiliencia-en-una-nueva-era)